

机械手控制系统设计

机械手控制系统设计

摘 要

在工业生产和其他领域内，由于工作的需要，人们经常受到高温、腐蚀及有毒气体等因素的危害，增加了工人的劳动强度，甚至于危及生命。自从机械手问世以来，相应的各种难题迎刃而解。

本次设计根据课题的控制要求，确定了搬运机械手的控制方案，设计控制系统的电气原理图，对控制系统进行硬件和软件选型完成 PLC（可编程控制器）用户程序的设计。设计中使用了德国西门子公司生产的 S7-200 系列的 CPU 226。该系列 PLC 具有功能强大，编程方便，故障率低，性价比高等多种优点。机械手的开关量信号直接输入 PLC，使用 CPU 226 来完成全部的控制功能，包括：手动/自动控制切换，循环次数设定，状态指示，手动完全操控等功能。机械手完成下降、伸出、加紧工件、上升、右旋、再下降、放松工件、缩回、放松、左旋十个动作。通过模拟调试，有序的控制物料从生产流水线上安全搬离，提高搬运工作的准确性、安全性，实现一套完整的柔性生产线，使制造过程变的更有效率。

通过本次毕业设计，对 PLC 控制系统的设计建立基本的思想：能提出自己的应用心得；可巩固、深化前续所学的大部分基础理论和专业知识，进一步培养和训练分析问题和解决问题的能力，进一步提高自己的设计、绘图、查阅手册、应用软件以及实际操作的能力，从而最终得到相关岗位和岗位群中关键能力和基本能力的训练。

关键词：机械手；PLC（可编程控制器）；CPU；
梯形图

The Design of Manipulator Control System

ABSTRACT

In industrial manufacturing and other fields due to the demand of work, many workers are compelled to expose in harmful circumstance like high temperature, corrosion, toxic gases harm and so on, that increased labor intensity, even imperil their lives. However, since the manipulator came out, many knotty problems are smoothly solved.

The design requirements under the control of the subject to determine the handling robot control program, designed control system electrical schematic diagram, the control system hardware and software selection, complete the design of the user program in the PLC (programmable controller) Design used in the German company Siemens S7-200 series CPU 226. The series PLC with powerful, easy programming and low failure rate, and cost advantages. Robot switch signal input to the PLC, the CPU 226 to complete all the control functions, including: manual / automatic control switch, set the number of cycles, status indicator, manual complete control and other functions. the production line on the safe move out, so that the manufacturing process becomes more efficient.

The graduation project, the design of PLC control system to establish the basic idea: to make their own application experience; can strengthen and deepen the most of the former continued the basic theory and professional knowledge, further training and training to analyze and solve problems the ability to further improve their design, drafting, inspection manipulation software, as well as the actual ability to operate, and ultimately related jobs and job base in key

skills and basic skills training.

Key Words:

Manipulator;PLC;CPU;Ladder-diagram

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 机械手的背景与现实意义	1
1.2 国内外机械手研究概况	1
1.3 机械手控制存在的问题及最新发展.....	3
1.3.1 利用单片机实现对机械手的控制	3
1.3.2 利用传统继电器实现对机械手的控制	3
1.3.3 PLC 实现对机械手的控制	3
1.4 本文主要工作	5
第 2 章 机械手控制系统工艺流程与总体方案设计	6
2.1 机械手控制系统的流程设计	6
2.2 机械手的工艺过程	6
2.3 机械手总体控制方案的设计思路.....	7
第 3 章 机械手硬件系统设计	9
3.1 电气原理设计.....	9
3.1.1 机械手电源电路设计.....	9
3.1.2 机械手控制电路.....	9
3.1.3 工作状态指示灯电路	11
3.1.4 LED 段码指示电路	11
3.2 PLC 的选型及参数.....	12
3.3 电器元器件的选型.....	13
3.3.1 接触器.....	13
3.3.2 行程开关.....	14
3.3.3 熔断器.....	14
3.3.4 低压断路器.....	14
3.3.5 控制按钮.....	14
3.3.6 直流减速电机.....	14
第 4 章 机械手软件系统设计	15

4.1 设计任务和控制要求.....	15
4.2 高级指令说明.....	15
4.2.1 定时器指令.....	15
4.2.2 顺控继电器(SCR)指令.....	17
4.2.3 传送指令.....	17
4.2.4 计数器指令.....	18
4.2.5 标准转换指令.....	20
4.2.6 段码指令.....	20
4.3 PLC 的 I/O 接口功能设计与分配.....	20
4.3.1 PCL 的 I/O 接口功能设计	20
4.3.2 I/O 接线图	23
4.4 设计系统工作流程.....	24
第 5 章 机械手控制系统调试.....	25
5.1 西门子 S7-200 系列 PLC 编程软件.....	25
5.2 程序说明	26
5.3 故障及其解决方案	31
第 6 章 总结.....	33
参考文献.....	34
谢辞.....	35
附录 程序清单.....	36

1 绪论

1.1 机械手的背景与现实意义

机械手是工业自动化领域中经常遇到的一种控制对象。近年来随着工业自动化的发展，机械手逐渐成为一门新兴学科，并得到了较快的发展。机械手是提高劳动生产率，改善劳动条件，减轻工人劳动强度和实现工业自动化的重要手段，国内外都十分重视它的应用和发展。

机械手最早应用在汽车制造工业，常用于焊接、喷漆、上下料和搬运。机械手延伸和扩大了人的手足和大脑功能，它可替代人从事危险、有害、有毒、低温和高热等恶劣环境中的工作；代替人完成繁重、单调重复劳动，提高劳动生产率，保证产品质量。目前主要应用于制造业中，特别是电器制造、汽车制造、塑料加工、通用机械制造及金属加工等工业。机械手与数控加工中心，自动搬运小车与自动检测系统可组成柔性制造系统(FMS)和计算机集成制造系统(CIMS)，实现生产自动化^[1]。

由于自动化可以节省大量的人力、物力等，而 PLC 也具有其他控制方式所不具有的特殊优越性，如通用性好、实用性强、硬件配套齐全、编程方法简单易学，因此工业领域中广泛应用 PLC，如用果实采摘机械手来摘果实、装配生产线上应用智能机器人等。综上所述，有效的应用机械手，是发展机械工业的必然趋势。

1.2 国内外机械手研究概况

机械手自二十世纪六十年代初问世以来，经过 40 多年的发展，现在已经成为制造业生产自动化中重要的机电设备。目前，正式投入使用的绝大部分机械手属于第一代机械手，即程序控制机械手。这代机械手基本上采用点位控制系统，没有感觉外界环境信息的感觉器官，主要用于焊接、喷漆和上下料。第二代机械手具有感觉器官，仍然以程序控制为基础，但可以根据外界环境信息对控制程序进行校正。这代机械手通常采用接触传感器一类的简单传感装置和相应的适应性

算法。现在，第三代机械手正在第一、第二代机械手的基础上蓬勃发展起来，它是能感知外界环境与对象物，并具有对复杂信息进行准确处理，对自己行为做出自主决策能力的智能化机械手。它能识别景物，具有触觉、视觉、力觉、听觉、味觉等多种感觉，能实现搜索、追踪、辨色识图等多种仿生动作，具有专家知识、语音功能和自学能力等人工智能^[2]。

目前机械手技术有了新的发展：出现了仿人型机械手、微型机械手和微操作系统(如细小工业管道机械手移动探测系统、微型飞行器等)、机械手化机器、智能机械手(不仅可以进行事先设定的动作，还可按照工作状况相应地进行动作，如回避障碍物的移动，作业顺序的规划，有效的动态学习等)。机械手的应用领域正在向非制造业和服务业方向扩展，并且蓬勃发展的军用机械手也将越来越多地装备部队。

国外方面：近几年国外工业机械手领域有如下几个发展趋势。机械手性能不断提高，而单机价格不断下降；机械结构向模块化、可重构化发展；控制系统向基于 PC 机的开放型控制器方向发展；传感器作用日益重要；虚拟现实技术在机械手中的作用已从仿真、预演发展到用于过程控制。

国内方面：目前在一些机种方面，如喷涂机械手、弧焊机械手、点焊机械手、搬运机械手、装配机械手、特种机械手(水下、爬壁、管道、遥控等机械手)基本掌握了机械手操作机的设计制造技术，解决了控制驱动系统的设计和配置，软件的设计和编制等关键技术，还掌握了自动化喷漆线、弧焊自动线及其周边配套设备的全套自动通信、协调控制技术；在基础元件方面，谐波减速器、机械手焊接电源、焊缝自动跟踪装置也有了突破。从技术方面来说，我国已经具备了独立自主发展中国机械手技术的基础。

例如珠江三角洲地区，塑胶工业十分发达，在国内居龙头地位，在国际上珠三角也有世界工厂之称。目前，该行业使用的注射机专用机械手以台湾生产的居

多，如台湾劲力公司生产的劲力牌机械手、台湾威得客国际股份有限公司生产的“威得客”w255 系列注射机专用机械手，等等。随着生产的发展，功能和性能的不断改善和提高，主要包括以下几方面：

*机床加工工件的装卸，特别是在自动化车床、组合机床上使用较为普遍。

*在装配作业中应用广泛，在电子行业中它可以用来装配印制电路板。

*可在劳动条件差，单调重复易于疲劳的工作环境工作，以代替人的劳动。

*可在危险场合下工作，如军工品的装卸、危险品及有害物的搬运等。

1.3 机械手控制存在的问题及最新发展

1.3.1 利用单片机实现对机械手的控制

由单片机设计的系统都有一个共性就是抗干扰性差，因为机械手一般都用在干扰源比较多、情况比较复杂的工业现场，所以由单片机设计的系统很难保证长期稳定的工作。所以不宜选用此方案。

1.3.2 利用传统继电器实现对机械手的控制

此控制系统可利用四个传统继电器作为限位开关，并加上辅助电路以实现机械手的功能。但是由于传统继电器触点接触不良容易出现故障，并且接线复杂抗干扰能力差，难以实现模块化和智能化，性价比较低。所以这种控制方式已经逐渐被淘汰，显然此控制系统不能选用此方案。

1.3.3 PLC 实现对机械手的控制

可编程控制器 (Programmable Controller) 是计算机家族中的一员，是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller)，简称 PLC，它主要用来代替继电器实现逻辑控制。随着技术的发展，这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围，因此，今天这种装置称作可编程控制器，简称 PC。但是为了避免与个人计算机(Personal Computer) 的简称混淆，所以将可编程控制器简称 PLC [3]。

PLC 的主要特点:

1) 高可靠性

(1) 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离, 使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离。

(2) 各输入端均采用 R-C 滤波器, 其滤波时间常数一般为 10~20ms。

(3) 各模块均采用屏蔽措施, 以防止辐射干扰。

(4) 采用性能优良的开关电源。

(5) 对采用的器件进行严格的筛选。

(6) 良好的自诊断功能, 一旦电源或其他软、硬件发生异常情况, CPU 立即采用有效措施, 以防止故障扩大。

(7) 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或有三 CPU 构成表决系统, 使可靠性更进一步提高。

2) 丰富的 I/O 接口模块 PLC 针对不同的工业现场信号, 如: 交流或直流; 开关量或模拟量; 电压或电流; 脉冲或电位; 强电或弱电等。有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备, 如: 按钮; 行程开关; 接近开关; 传感器及变送器; 电磁线圈; 控制阀等直接连接^[4]。

3) 采用模块化结构为了适应各种工业控制需要, 除了单元式的小型 PLC 以外, 绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件, 包括 CPU, 电源, I/O 等均采用模块化设计, 由机架及电缆将各模块连接起来, 系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

4) 编程简单易学 PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式, 对使用者来说, 不需要具备计算机的专门知识, 因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

5) 安装简单, 维修方便 PLC 不需要专门的机房, 可以在各种工业环境下直

接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接,即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置,便于用户了解运行情况和查找故障。由于采用模块化结构,因此一旦某模块发生故障,用户可以通过更换模块的方法,使系统迅速恢复运行[5]。

此控制系统利用 PLC 就可以非常容易的实现。基于 PLC 的优点,机械手采用 PLC 控制技术,可以大大提高该系统的自动化程度,减少了大量的中间继电器、时间继电器和硬件接线,提高了控制系统的可靠性。同时,用 PLC 控制系统可方便地更改生产流程,增强控制功能。综上所述,机械手的控制方式选择 PLC 。

系统输入信号有 1 个启动按钮,1 个停止按钮,1 个急停按钮,1 个手动送数开关,6 个限位开关,8 个手动输入信号,共计 18 个数字量输入信号;输出信号有机械手上升/下降驱动信号、左旋/右旋驱动信号、机械手伸出/缩回驱动信号、机械手夹紧/放松信号和七段 LED 显示器信号共有 15 个数字量输出信号。不需模拟量模块,选择西门子 S7 系列的 CPU 226 就可以满足要求,而且还有一定的裕量。所以选用 PLC 实现对机械手的控制为最佳方案,本次设计就选用此方案进行设计。

1.4 本文主要工作

本文主要工作是应用 PLC (可编程控制器) 实际设计一个搬运机械手,能实现搬运机械手的基本功能。工作内容:

- (1) 阐述机械手在工业应用中的作用和意义。
- (2) 设计机械手的工艺流程。
- (3) 机械手的硬件设计,包括 PLC 型号的选定,PLC 的电气连线图,I/O分配表等。
- (4) 机械手的软件设计原理,包括流程图,程序清单。
- (5) 最后是系统调试和参考文献的列举。

2 机械手控制系统工艺流程与总体方案设计

电气控制系统是根据指令准确实现生产流程的重要核心，能够保证搬运机械手准确快速的完成工作。本次课题的目的就是根据工艺流程来硬件设计和软件编程，以满足搬运生产的需要，对搬运机械手尤为重要。

2.1 机械手控制系统的流程设计

搬运机械手作为一种自动化设施，电气系统应完成预设的动作，实现货物的准确搬运。本课题中的搬运机械手控制系统应具有如下功能：

控制系统能够根据 PLC 输入的指令，准确灵活的控制搬运机械手，完成搬运任务；控制系统具有状态显示功能，当设备运行时，各部件的运行状态用绿色指示灯表示；当设备完成指定动作处于停止状态时，各部件的运行状态用红色指示灯表示，按下停止按钮和启动按钮后完成指示灯状态进行切换；控制系统能够保证搬运机械手针对不同生产任务的要求，能够准确完成货物的搬运，保证快速性和准确性兼顾；

按下急停按钮，能够立即停止工作，保证了生产的安全性。搬运机械手通过程序的改变，能自由的改变控制方法，实现柔性的生产控制。

2.2 机械手的工艺过程

机械手的工艺过程

机械手的结构和各部分动作示意图，如图 2.1 所示。机械手的工作均由电机驱动，它的上升、下降、左移、右移都是有电机驱动螺纹丝杆旋转来完成的。

分析工艺过程

机械手的初始位置停在原点，按下启动后按钮后，机械手将下降—伸出一加紧工件—上升—右旋—再下降—放松工件—缩回—放松—左旋十个动作，完成一个工作周期。运动过程如图 2.2 所示。机械手的下降、上升、右旋、左旋、伸出、

缩回等动作转换，是由相应的限位开关来控制的，而加紧、放松动作的转换是有时间来控制的。

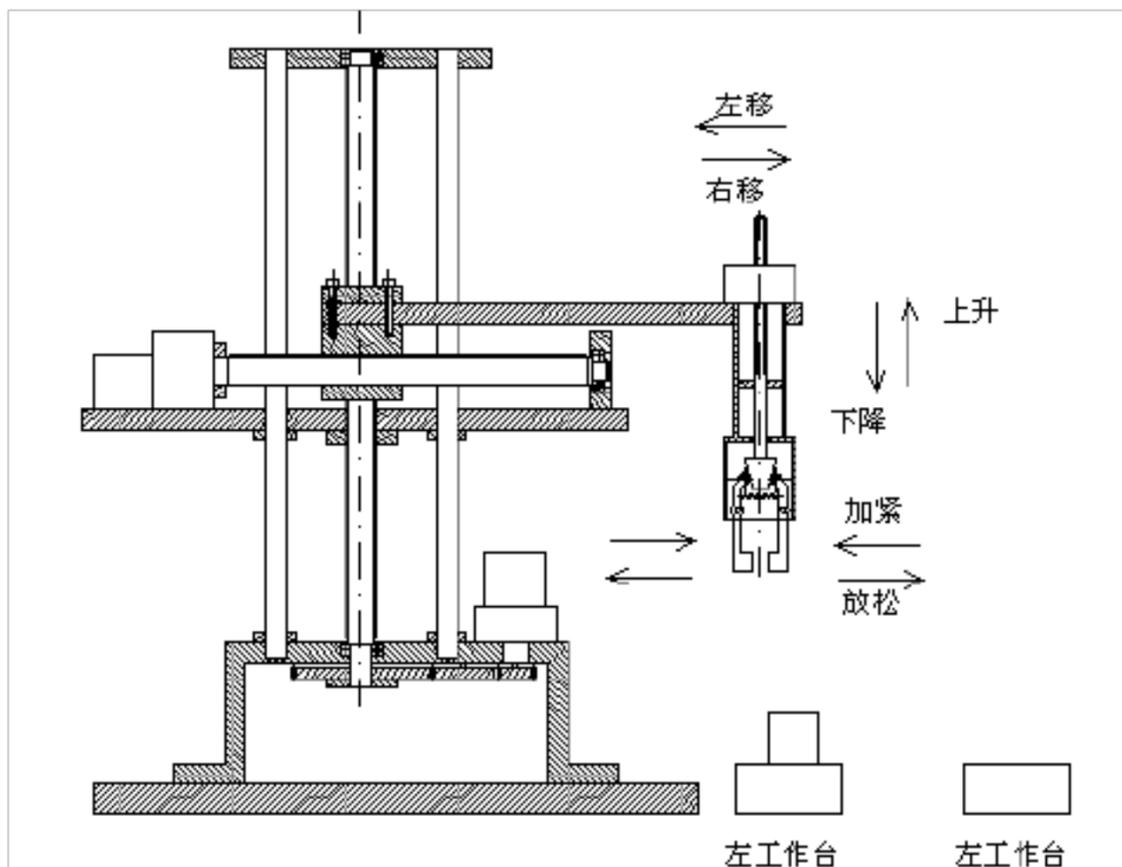


图 2-1 机械手的结构和各部分动作示意图

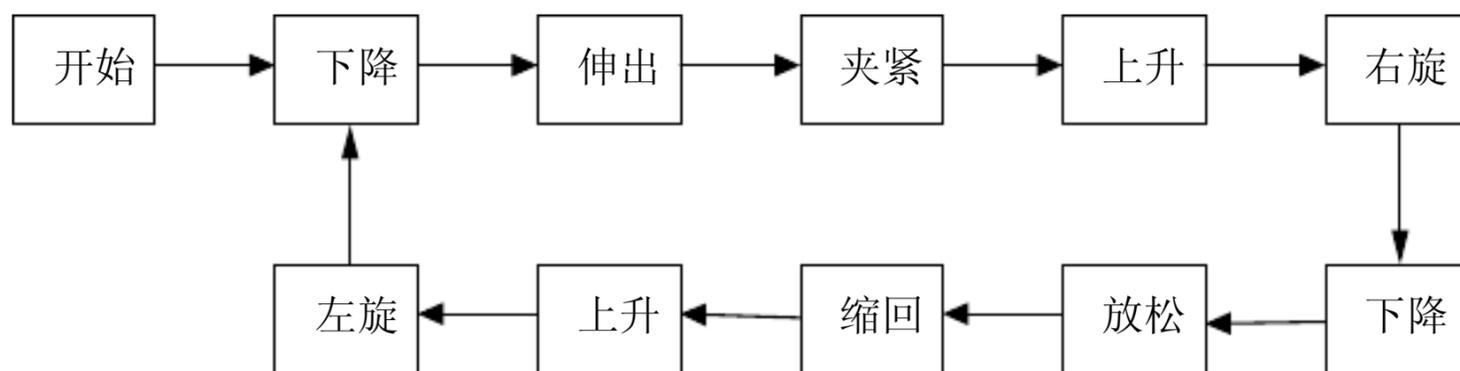


图 2-2 机械手简单工作过程示意图

2.3 机械手总体控制方案的设计思路

本设计主要是在现有硬件设备条件下，通过软件编程，对于机械手进行有序的控制，提高搬运工作的准确性、安全性。主要由 S7-200PLC 来进行控制，通过直流减速电机，电磁铁等来控制搬运机械手的运动。

由于 PLC 的抗干扰能力强，所以能在恶劣的工作环境中，可靠地完成控制任务，为了使设备便于安装、调试，以及从经济角度考虑，设计出如图 2.3 所示的机械手控制系统的功能框图。

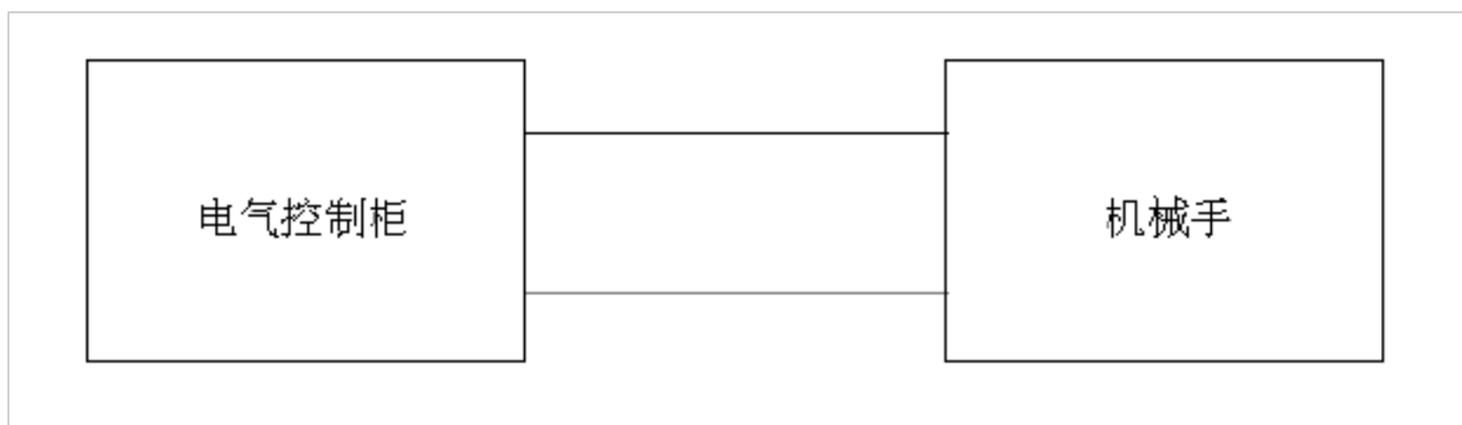


图 2-3 机械手控制系统的功能框图

机械手完成以上工艺主要是通过机械控制来实现的，即利用 PLC 控制电动机的转动。电机的运行和电磁铁的通断，电动机的转动来驱动机械手臂的顺时针旋转和逆时针旋转，电机控制机械手的上升、下降、伸出和缩回，电磁铁驱机械手爪的夹紧和放松。

由于此次设计中，机械手的控制可以分为一个步骤来实现，因此，利用步进顺控法来进行编程较为容易实现。最后在 S7-200PLC 编程专用软件编程软件上进行输入编程，调试。

3 机械手硬件系统设计

在确定设计方案之后，本章节将对机械手电气控制系统中的电气原理图设计。根据要实现的功能以及整个系统的性价比对PLC 和电气元器件进行介绍以及选型。

3.1 电气原理设计

根据工艺要求，本节将从机械手的电源电路、控制电路、工作状态指示灯电路、LED 段码指示电路等方面进行设计。

3.1.1 机械手电源电路设计

主要是通过交流220V 接开关电源变成直流24V，当低压断路器QR1 闭合，电气控制系统得电，熔断器的作用起电路保护作用，防止过大电流冲击。

3.1.2 机械手控制电路

机械手控制电路如图所示。当Q0.0为“1即继电器KM1 得电时直流减速电动机正转。当Q0.1为“1即继电器KM2 得电时直流减速电动机反转。所有电动机的电路均如图所示不再一一列举。主电路如下图3.1所示

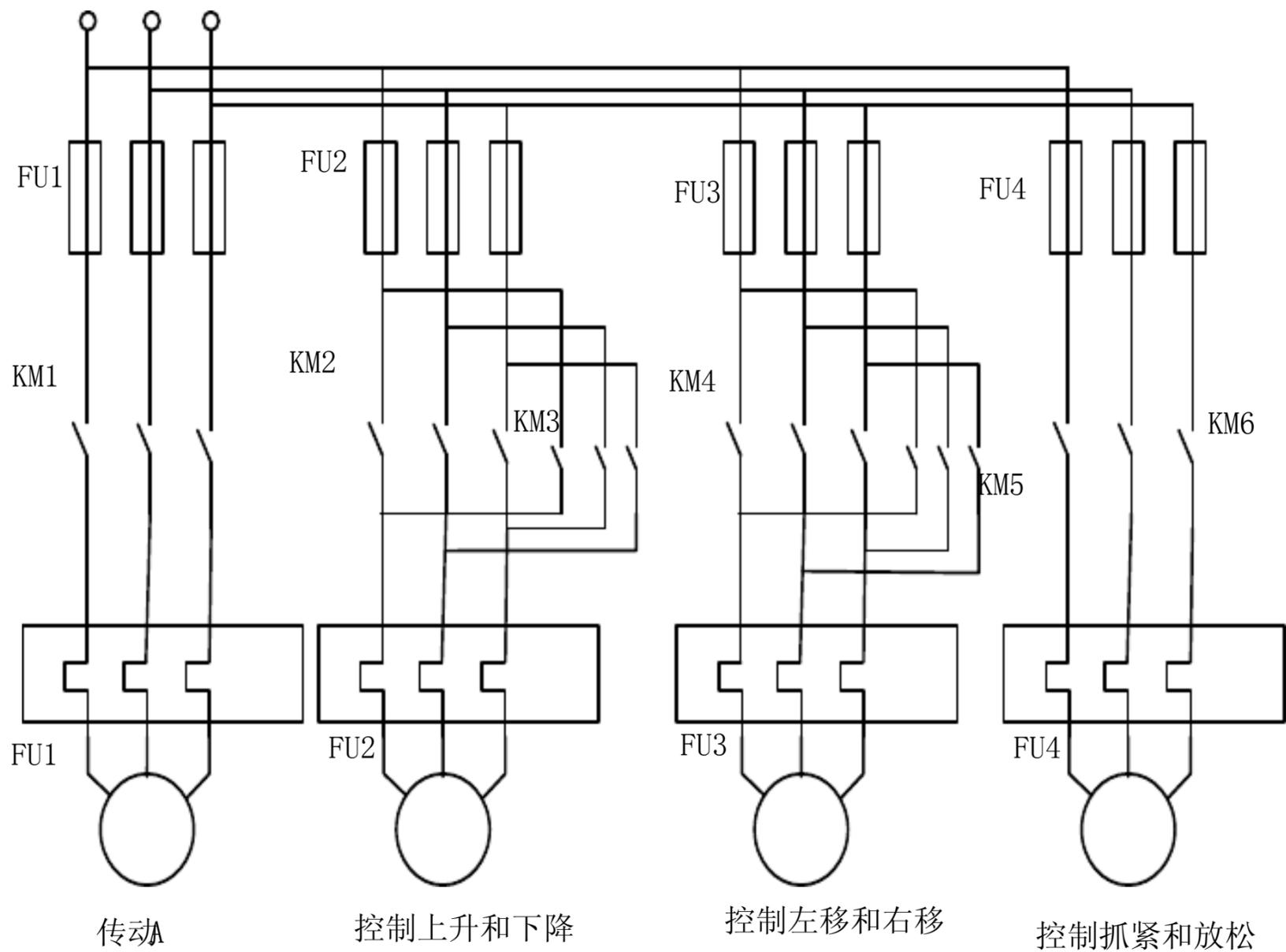


图 3-1 机械手控制电路图

为保证安全,防止 PLC 误动作导致电源相间短路在辅助电路中设计了互锁保护, 辅助电路图如下 3.2 所示:

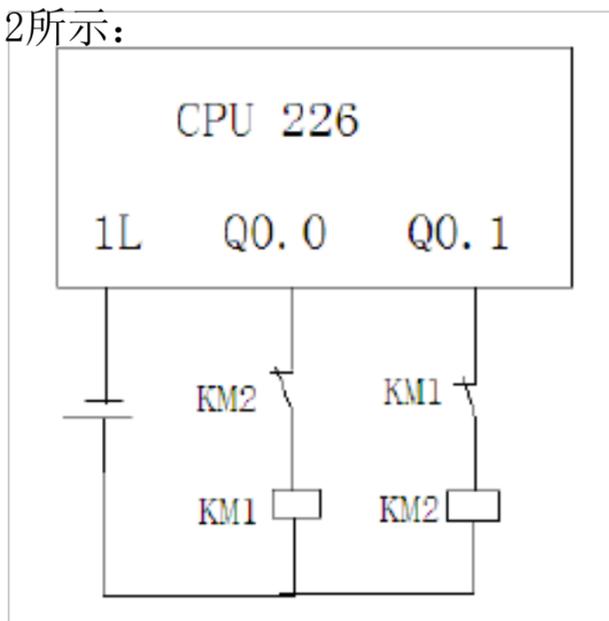


图 3-2 互锁保护辅助电路图

3.1.3 工作状态指示灯电路

根据设计要求,指示灯采用使用接触器辅助触点来完成相应的状态指示功能,红灯代表对应功能停止绿灯代表运行。GL 代表绿灯 RL 代表红灯。数字编号对应接触器编号相对应的功能。所有指示灯电路均如此,故图中不再一一列举。

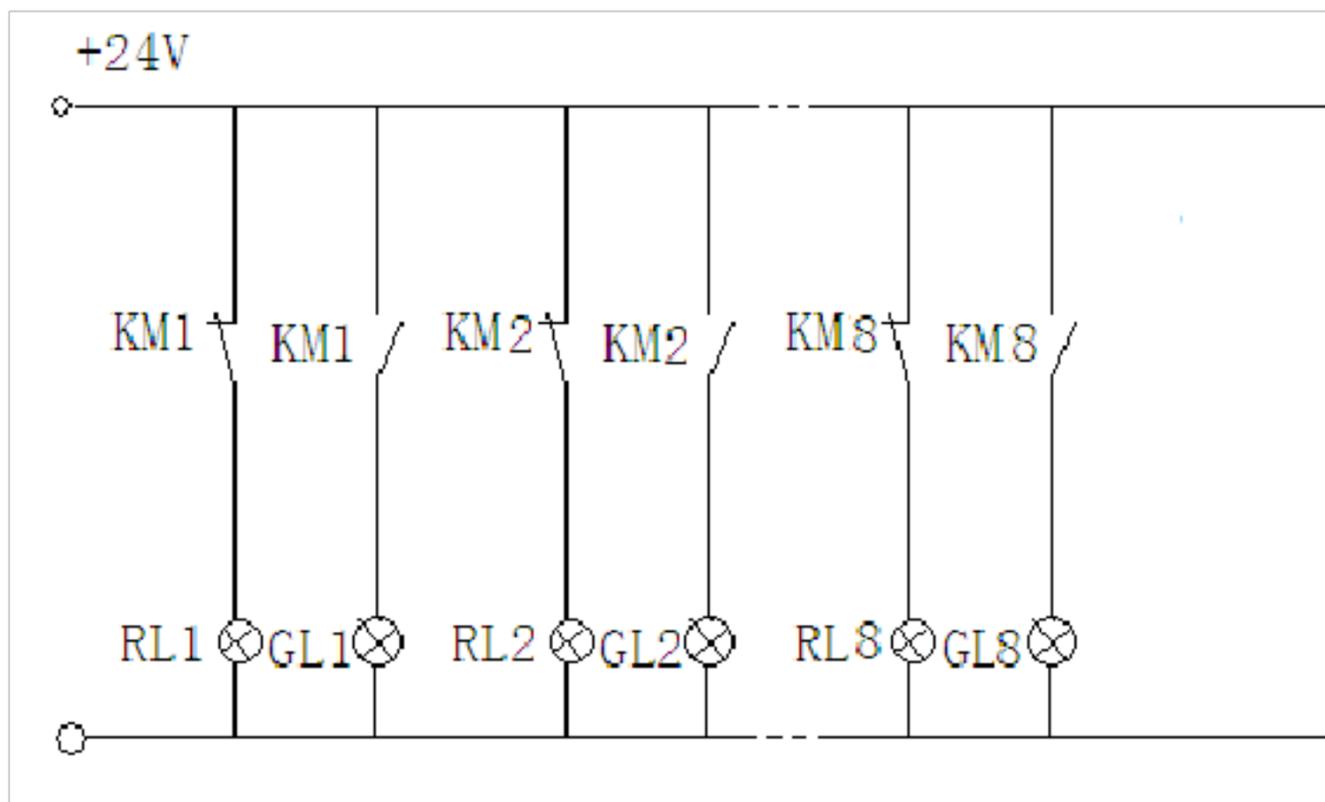


图 3-3 工作状态指示灯电路图

3.1.4 LED 段码指示电路

因工艺需要,特设计 LED 七段显示器显示设定的机械手工作循环次数。下面列出接线图如图 3.4 所示。

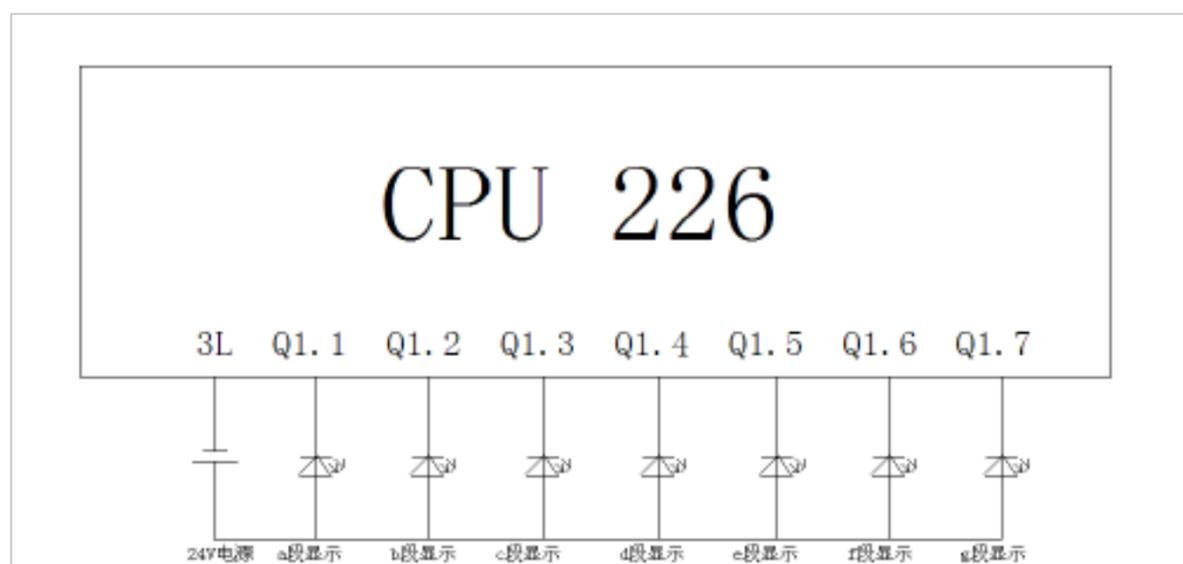


图 3-4 LED 段码指示电路图

3.2 PLC 的选型及参数

PLC 是一种以微处理器为核心的新型工业自动控制系统。它的最大特点就是体积小，功能强，响应速度快，可靠性高。控制过程通过以梯形图的方式编程，随时可依生产工艺的不同要求而随机修改，还具有可扩展性强等特点。S7-200 CPU 将微处理器、集成电源、输入电路和输出电路集成在一个紧凑的外壳中，从而形成了一个功能强大的Micro PLC。下载了程序之后，S7-200将保留所需的逻辑，用于监控应用程序中的输入输出设备[6]。其硬件结构简图如下：

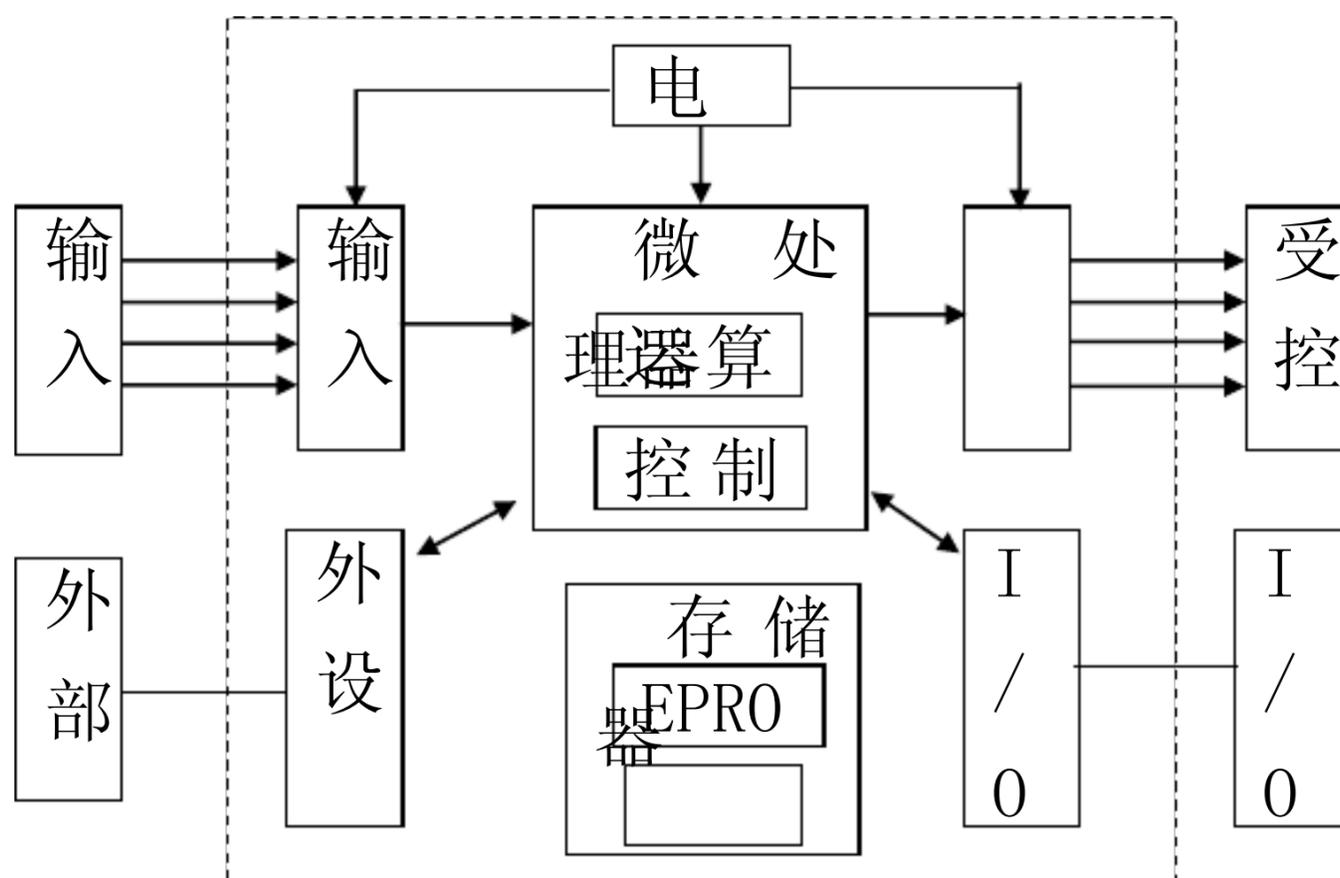


图 3-5 PLC 硬件结构简图

根据系统控制要求的经济性和可靠性来考虑，选择西门子 S7-200 系列 PLC。西门子 S7-200PLC 中又有 CPU221、CPU222、CPU224、CPU226、CPU224XP 等。从搬运机械手的控制要求中可以看到，此次需要 18 个数字量输入，15 个数字量输出，共需 26 点 I/O，根据 I/O 点数，PLC 选用西门子 S7-200 系列的 CPU 226 AC/DC/RLY，交流 220V 供电，直流数字量输入，继电器电路输出类型。该 PLC 具有 24 个数字量输入点，16 个数字量输出点，扩展模块数量可达 7 个。CPU

内置了 2 个高速脉冲发生器，2 个脉冲发生器分别以 CPU 本体的 Q0.0 和 Q0.1 作为输出通道。

表3-1 PLCCPU22X 技术参数

特性	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP CPU 224XPa 1	CPU 226
外形尺寸	90*80* 62	90*80* 62	120.5*80 *62	140*80* 62	190*80* 62
程序存储器： 运行模式	4096 字节 4096 字节	4096 字节 4096 字节	8192 字 节 12288 字 节	12288 字节 16384 字节	16384 字节 24576 字节

下 编 辑 非 运 行 模 式 编 辑					
数 据 存 储 器	2048 字节	2048 字节	8192 字 节	10240 字节	10240 字节
掉 电 保 护 时 间	50 小 时	50 小 时	100 小时	100 小 时	100 小 时

本机 I/O 数字 量、 模拟 量	6 输入 /4输出 —	8 输入 /6输出 —	14 输入 /10输出 —	14 输入 /10输出 2 输入/1 输出	24 输入 /16输出 —
扩展 模块 数量	0 个模 块	2 个模 块 ₁	7 个模块 ₁	7 个模 块 ₁	7 个模 块 ₁
高速 计 数 器 单	4 路 30KHz 2 路 20KHz	4 路 30KHz 2 路 20KHz	6 路 30KHz 4 路 20KHz	4 路 30KHz 2 路 200KHz 3 路 20KHz	6 路 30KHz 4 路 20KHz

相 两 相				1 路 100KHz	
脉 冲 输 出 (D C)	2 路 20KHz	2 路 20KHz	2 路 20KHz	2 路 100KHz	2 路 20KHz
模 拟 电 位 器	1	1	2	2	2
实 时 时 钟	卡	卡	内置	内置	内置
通 讯 口	1 S-485	1 S-485	1 S-485	2 RS-485	2 RS-485

浮 点 数 运 算	是
I/O 映 像 大 小	256（128 输入/128输出）
布 尔 型 执 行 速 度	0.22毫秒/指令

根据本系统的 I/O 分配以及脉冲数出频率决定选用 CPU 226 的 S7-200PLC 。

3.3 电器元器件的选型

根据此系统的控制要求和资源要求，对电器元器件进行选型。

3.3.1 接触器

接触器是一种电控制元件，它实际上是用小电流去控制大电流运作的一种“自动开关”。主要用来反映各种控制信号，其触点通常接在控制电路中。本课题选用JZ11型接触器。

3.3.2 行程开关

行程开关主要用于将机械位移转变成电信号，使电动机的运行状态得以改变，从而控制机械动作或用作程序控制。本设计选用 KW-7 型行程开关。

3.3.3 熔断器

熔断器也被称为保险丝，它是一种安装在电路中，保证电路安全运行的电器元件。熔断器其实就是一种短路保护器，广泛用于配电系统和控制系统，主要进行短路保护或严重过载保护。本设计选用 RL1-15 型熔断器。

3.3.4 低压断路器

低压断路器又称自动开关。它是按规定条件，对配电电路，电动机或其他用电设备实行不频繁通断操作，线路切换，自动分断电路的开关电器，这种开关相当于刀开关，熔断器，热继电器和欠电压继电器的组合，并具有良好的灭弧性能，所以它是低压配电系统中的主要电器元件，作为线路及电源设备过载，欠电压及短路保护用^[7]。本设计选用DZ15-40/1型低压断路器。

3.3.5 控制按钮

控制按钮是一种短时接通或断开小电流电路的手动主令电器。主要用于操纵接触器，继电器或电气连锁电路，以实现对各种运动的控制。按钮可以做成很多形式，以满足不同的控制或操作需要，结构形式有旋转式，指示灯式，紧急式，掀钮式，带锁式等。为了便于区分各按钮不同的控制作用，通常将按钮做成不同颜色以示区别，以避免误操作^[8]。本设计选用8个LA10-1控制按钮。

3.3.6 直流减速电机

直流减速电机，即齿轮减速电机，是在普通直流电机的基础上，加上配套齿轮减速箱。齿轮减速箱的作用是，提供较低的转速，较大的力矩。同时，齿轮箱不同的减速比可以提供不同的转速和力矩。这大大提高了，直流电机在自动化行业中的使用率^[9]。本设计选用 M28-831 型直流减速电机。

4 机械手软件系统设计

本章针对机械手控制系统的用户程序进行设计。对设计任务要求、I/O分配、系统工作流程及编程设计思路进行逐一地介绍。

4.1 设计任务和控制要求

通过机械手搬运，把物料从生产流水线上搬运至装配单元，便于装配。

机械手搬运的物料的重量为：200g——2000g。

机械手有上升、回转180度，伸缩功能。

整个控制系统能自动循环工作，也可手工调整。

手动运行调试：分别按下左旋、右旋、提升、下降、伸出、缩回、放松和夹紧8个按钮，实现其对应的功能。

自动运行调试：进入自动运行方式，依次实现下降—伸出—夹紧—上升—右旋—下降—放松—缩回—上升—左旋动作。若在自动运行期间按下紧急停止按钮I0.0机械手立即停止动作。

4.2 高级指令说明

在此次程序设计中，用到了定时器指令、顺控继电器(SCR)指令、逻辑操作指令、传送指令、计数器指令、比较指令、转换指令，本节将对这些高级指令进行介绍。

4.2.1 定时器指令

定时器在使用前要先预置时间初始值，当定时器满足条件运行时，从开始0按精度等级单位增计数，当定时器当前值达到预置值时，定时器动作，定时器的常开接点闭合，常闭接点断开。以下是不同类型定时器的介绍。

(1) 打开延迟定时器和有记忆的打开延迟定时器

打开延迟定时器(TON)和有记忆的打开延迟定时器在使能输入接通时记时。定时器号(Txx)决定了定时器的分辨率，并且分辨率现在已经在指令盒上标出了。

(2) 关断延时定时器

关断延时定时器用于在输入断开后延时一段时间断开输出。定时器号(T_{xx})决定了定时器的分辨率，并且分辨率现在已经在指令盒上标出了。

(3) 分辨率对定时器的影响

对于1 ms分辨率的定时器来说，定时器位和当前值的更新不与扫描周期同步。对于大于1 ms的程序扫描周期，定时器位和当前值在一次扫描内刷新多次。对于10 ms分辨率的定时器来说，定时器位和当前值在每个程序扫描周期的开始刷新。定时器位和当前值在整个扫描周期过程中为常数。在每个扫描周期的开始会将一个扫描累计的时间间隔加到定时器当前值上。对于分辨率为100 ms的定时器，在执行指令时对定时器位和当前值进行更新；因此，确保在每个扫描周期内，程序仅为100毫秒的定时器执行一次指令，以便使定时器保持正确计时^[10]。

(4) 定时器存储区：T

S7-200 CPU中，定时器可用于时间累计，其分辨率(时基增量)分为1ms、10ms和100ms三种。定时器有两个变量：

_ 当前值：该16位有符号整数可存储由定时器计数的时间量。

_ 定时器位：在比较当前值和预设值后，可设置或清除该位。预设值是定时器指令的一部分。

可以用定时器地址(T + 定时器号)来存取这两种形式的定时器数据。是否访问定时器位或当前值取决于所使用的指令：带位操作数的指令可访问定时器位，而带字操作数的指令则访问当前值。如图4.1所示，常开触点指令访问定时器位；而移动字指令则访问定时器的当前值。

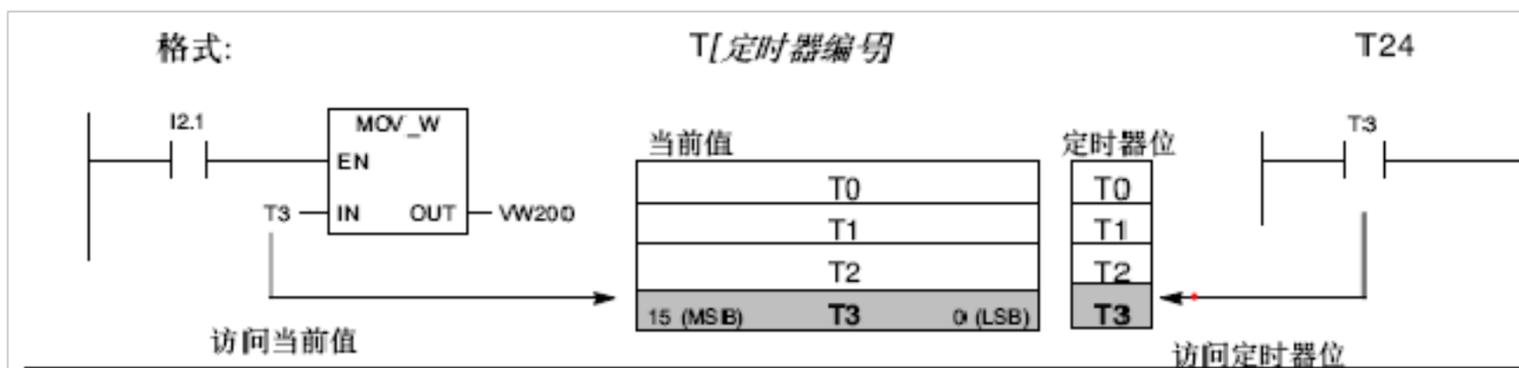


图4-1 访问定时

器或者定时器的当前值

4.2.2 顺控继电器 (SCR) 指令

SCR 指令能够按照自然工艺段在LAD、FBD或STL中编制状态控制程序。只要应用中包含的一系列操作需要反复执行，就可以使用SCR使程序更加结构化，以至于直接针对应用。这样可以使得编程和调试更加快速和简单。

装载SCR指令(LSCR)将S位的值装载到SCR和逻辑堆栈中。SCR堆栈的结果值决定是否执行SCR程序段。SCR堆栈的值会被复制到逻辑堆栈中，因此可以直接将盒或者输出线圈连接到左侧的功率流线上而不经中间触点。限定当使用SCR时，请注意下面的限定：不能把同一个S位用于不同程序中。例如：如果在主程序中用了S0.1，在子程序中就不能再使用它。无法跳转入或跳转出SCR段；然而，可以使用Jump和Label指令在SCR段附近跳转，或在SCR段内跳转。在这里要注意SCR段中不能使用END指令。

4.2.3 传送指令

传送指令是将常数或某存储器中的数据传送到另一存储器中，它包括单一数据传送和成块数据传送两大类。通常用于设定参数、协助处理有关数据以及建立数据。

(1) 字节、字、双字或者实数传送

字节传送(MOVB)、字传送(MOVW)、双字传送(MOVD)和实数传送指令在不改变原值的情况下将IN中的值传送到OUT。使用双字传送指令可以创建一个指针。

对于IEC 传送指令，输入和输出的数据类型可以不同，但数据长度必须相同。使ENO=0 的错误条件：_ 0006 间接寻址)。

4.2.4计数器指令

计数器是对外部输入的脉冲计数，要求提前输入他的设定值，当输入触发条件满足时，计数器累计它的输入端脉冲电位上升沿的次数，当计数器计数达到预定值时，计数器动作，发出中断请求，以便 PLC 响应而做出相应动作^[11]。以下是不同类型计数器的介绍。

(1)增/减计数器

增/减计数指令(CTUD) ，在每一个增计数输入(CU)的低到高时增计数，在每一个减计数输入(CD)的低到高时减计数。计数器的当前值CXX 保存当前计数值。在每一次计数器执行时，预设值PV 与当前值作比较。当达到最大值(32767)时，在增计数输入处的下一个上升沿导致当前计数值变为最小值(--32768)当达到最小值(--32768)时，在减计数输入端的下一个上升沿导致当前计数值变为最大值(32767)。当CXX 的当前值大于等于预设值PV 时，计数器位CXX 置位。否则，计数器位关断。当复位端(R)接通或者执行复位指令后，计数器被复位。

STL 操作：

- _ 复位输入：栈顶
- _ 向下计数输入：数值载入第二个栈位置
- _ 向上计数输入：数值载入第三个栈位置

表4-1 SIMATIC 计数器指令的有效操作数

输入/输出	数据类型	操作数
C××	WORD	常数 (C0 到C255)
CU、CD、LD、R	BOOL	I、Q、V、M、SM、S、T、C、L、功率流
PV	INT	IW、QW、VW、MW、SMW、SW、LW、T、C、AC、AIW、VD、LD、AC、常数

(2) 计数器存储区：C

S7-200提供三种类型的计数器，可计算计数器输入上的低-高跳变事件：一种类型仅计算向上事件，一种类型仅计算向下事件，还有一种类型计算向上和向下两种事件。计数器有两种形式：

- _ 当前值：该16位有符号整数可存储累加计数。
- _ 计数器位：在比较当前值和预设值后，可设置或清除该位。

预设值是计数器指令的一部分。可以用计数器地址(C + 计数器号)来访问这两种形式的计数器数据。是否访问计数器位或当前值取决于所使用的指令：带位操作数的指令访问计数器位，而带字操作数的指令则访问当前值。如图4.2中所示，常开触点指令是存取计数器位；而移动字指令则是存取计数器的当前值^[12]。

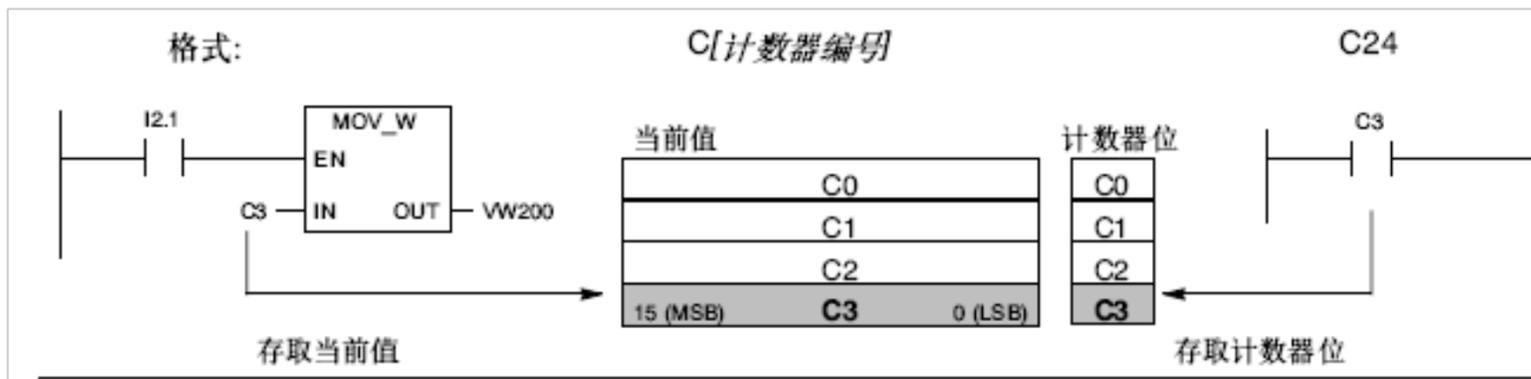


图4-2 存取计数器位或者计数器的当前值

4.2.5 标准转换指令

字节转为整数 (BTI)、整数转为字节 (ITB)、整数转为双整数 (ITD)、双整数转为整数 (DTI)、双整数转为实数 (DTR)、BCD 码转为整数 (BCDI) 和整数转为BCD 码 (IBCD)。以上指令将输入值IN转换为指定的格式并存储到由OUT 指定的输出值存储区中。例如：您可以将双整数值转为实数值；您也可以在整数和BCD 码格式之间相互转换^[13]。

4.2.6 段码指令

要点亮七段码显示器中的段，可以使用段码指令。段码指令将IN中指定的字符(字节)转换生成一个点阵并存入OUT 指定的变量中。点亮的段表示的是输入字节中低4位所代表的字符。图4.3给出了段码指令使用的七段码显示器的编码。

输入 LSD	七段码 显示器	输出 -gfe dcba	输入 LSD	七段码 显示器	输出 -gfe dcba
0		0011 1111	8		0111 1111
1		0000 0110	9		0110 0111
2		0101 1011	A		0111 0111
3		0100 1111	B		0111 1100
4		0110 0110	C		0011 1001
5		0110 1101	D		0101 1110
6		0111 1101	E		0111 1001
7		0000 0111	F		0111 0001

图 4-3 七段码

显示器的编码

4.3 PLC 的 I/O 接口功能设计与分配

4.3.1 PCL的 I/O 接口功能设计

机械手系统PLC 输入信号回路。SB1 是急停开关，接至PLC 的IO.0输入。SB2 是启动开关，接至PLC 的IO.1输入。SB3 是停止开关，接至PLC 的IO.2输入。SQ1 是上

升限位开关,接至PLC 的I0.3输入。SQ2 是下降限位开关,接至PLC 的I0.4输入。SQ3 是伸出限位开关,接至PLC 的I0.5输入。SQ4 是缩回限位开关,接至PLC 的I0.6输入。SQ5 是左旋限位开关,接至PLC 的I0.7输入。SQ6 是右旋限位开关,接至PLC 的I1.0输入。SB4 是手动上升开关,接至PLC 的I1.1输入。SB5 是手动下降开关,接至PLC 的I1.2输入。SB6 是手动伸出开关,接至PLC 的I1.3输入。SB7 是手动缩回开关,接至PLC 的I1.4输入。SB8 是手动左旋开关,接至PLC 的I1.5输入。SB9 是手动右旋开关,接至PLC 的I1.6输入。SB10 是手动放松开关,接至PLC 的I1.7输入。SB11 是手动夹紧开关,接至PLC 的I2.0输入。SB12 是手动送数开关,接至PLC 的I2.1输入。

KM1 是上升接触器,接PLC 的Q0.0输出。KM2 是下降接触器,接PLC 的Q0.1输出。KM3 是伸出接触器,接PLC 的Q0.2输出。KM4 是缩回接触器,接PLC 的Q0.3输出。KM5 是左旋接触器,接PLC 的Q0.4输出。KM6 是右旋接触器,接PLC 的Q0.5输出。KM7 是放松接触器,接PLC 的Q0.6输出。KM8 是夹紧接触器,接PLC 的Q0.7输出。Q1.1至Q1.7是LED 段码输出。

表4-2 PLC I/O分配表

设备符号	PLC 触点号	设备符号	PLC 触点号
SB1	I0.0	SB4	I1.1
SB2	I0.1	SB5	I1.2
SB3	I0.2	SB6	I1.3
SQ1	I0.3	SB7	I1.4
SQ2	I0.4	SB8	I1.5
SQ3	I0.5	SB9	I1.6
SQ4	I0.6	SB10	I1.7
SQ5	I0.7	SB11	I2.0
SQ6	I1.0	SB12	I2.1
KM1	Q0.0	KM5	Q0.4
KM2	Q0.1	KM6	Q0.5
KM3	Q0.2	KM7	Q0.6
KM4	Q0.3	KM8	Q0.7
SEGA	Q1.1	SEGB	Q1.2
SEGC	Q1.3	SEGD	Q1.4
SEGE	Q1.5	SEGF	Q1.6
SEGG	Q1.7		

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/257024010034010004>